

## **PROCEDE DE THERMOSCELLAGE ET DISPOSITIF POUR LA MISE EN ŒUVRE DE CE PROCEDE**

### **Domaine technique**

La présente invention concerne un procédé de thermoscellage d'au moins un film de matière synthétique thermoplastique sur un contenant réalisé en au moins une matière synthétique thermoplastique, notamment un contenant pour le conditionnement de produits sensibles à une contamination microbiologique, notamment de produits biologiques ou de denrées alimentaires périssables d'origine agroalimentaire, au moyen d'au moins une première et une deuxième électrode thermique.

Elle concerne également un dispositif de thermoscellage d'au moins un film de matière synthétique thermoplastique sur un contenant réalisé en au moins une matière synthétique thermoplastique, notamment un contenant pour le conditionnement de produits sensibles à une contamination microbiologique, notamment de produits biologiques ou de denrées alimentaires périssables d'origine agroalimentaire, au moyen d'au moins une première et une deuxième électrode thermique, pour la mise en oeuvre de ce procédé.

### **Technique antérieure**

De nombreux emballages, notamment ceux qui sont destinés au conditionnement de produits d'origine agroalimentaire, se présentent sous la forme d'une poche constituée de deux films thermoplastiques scellés entre eux ou sous la forme d'un récipient réalisé en une ou plusieurs matières synthétiques, façonné par thermoformage et obturé au moyen d'un film thermoplastique scellé sur le récipient à l'aide d'électrodes chauffantes. Bien que des progrès constants aient été réalisés sur les films à effet barrière, le maillon faible en ce qui concerne l'étanchéité de l'emballage reste la soudure soit des films thermoplastiques entre eux, soit du film thermoplastique de fermeture ou d'opercule d'une barquette thermoformée par exemple. A cadence élevée, avec les moyens techniques actuellement utilisés, les

exigences en matière d'étanchéité et, par suite, la sécurité du consommateur en ce qui concerne l'aspect microbiologique des emballages destinés à la conservation des denrées alimentaires ne sont pas totalement satisfaisantes.

Le film thermoplastique est normalement composé d'une couche soudante qui, après chauffage et sous une pression donnée, assure le contact intime avec l'autre partie à laquelle il doit être soudé. Lors de ce contact, des quantités de chaleur suffisantes pour porter la couche soudante à sa température de fusion sont transmises aux matériaux. La pression maintenue pendant le soudage écrase la couche soudante qui flue en réduisant son épaisseur. Lorsque la faible épaisseur de soudure cristallise suite à une contrainte mécanique quelconque, on constate parfois l'apparition de retraits et par la suite la formation de craquelures détruisant l'intégrité microbiologique de l'emballage.

Les principaux problèmes qui aboutissent à ces conséquences sont identifiés. Il s'agit essentiellement d'un problème thermique. Le pilotage thermique s'effectue de façon essentiellement empirique, ce qui a pour effet une mauvaise maîtrise de l'énergie apportée par les électrodes thermiques à la matière qui peut entraîner une surchauffe de la couche soudante et un fluage excessif aboutissant à une diminution exagérée de la matière. En outre, le pilotage thermique aléatoire a également comme conséquence des cycles de production trop longs, ce qui nuit à la productivité d'une chaîne de production.

Il existe différentes techniques de scellage de films par apport de chaleur, par exemple au moyen de barres chauffantes, de fils chauds ou d'un chauffage par impulsions. Ces différentes techniques ne conviennent pas à tous les types de polymères utilisés comme matière synthétique thermoscellable. Il convient de tenir compte des surfaces à sceller, des épaisseurs variables, de l'enduction des matériaux, etc. Les cadences imposées par les niveaux de production actuels entraînent des temps de scellage très souvent inférieurs à la seconde. L'excès ou l'insuffisance de quantités de chaleur appliquées nuit à

la qualité de la soudure. Les améliorations techniques connues sont principalement axées sur une meilleure précision de la température des barres chauffantes. Les données relatives aux comportements des polymères soudés ne sont connues que dans des configurations de laboratoire selon des protocoles destructifs. Il n'existe actuellement aucun dispositif de contrôle dynamique de scellage sur les lignes de production.

Les principaux défauts des systèmes connus sont dus à :

- l'inertie thermique trop importante des systèmes de soudage,
- la très mauvaise stabilité thermique des barres de soudage,
- la pression trop importante appliquée sur le film à thermosceller,
- l'absence d'un contrôle du processus de thermoscellage en ligne,
- l'absence d'un contrôle du refroidissement de la soudure en ligne,
- l'absence d'un pilotage en fonction de l'état matières synthétiques utilisées.

### **Exposé de l'invention**

La présente invention se propose de pallier les inconvénients de l'art antérieur et d'offrir un procédé permettant d'effectuer un thermoscellage de qualité garantissant le respect de l'intégrité microbiologique de l'emballage.

Ce but est atteint par le procédé selon l'invention tel que défini en préambule et caractérisé en ce que :

- l'on procède à la stabilisation d'au moins ladite première électrode thermique en contrôlant la variation du flux thermique émis par cette électrode,
- l'on pilote un écart de température entre les deux électrodes en contrôlant le flux thermique s'écoulant entre lesdites première et deuxième électrodes, ce flux thermique résultant du déséquilibre de température existant entre les deux électrodes et de la variation de la résistance thermique correspondant à l'état physique de la matière synthétique thermoplastique,

- l'on pilote la pression exercée par au moins une des électrodes sur la matière synthétique thermoplastique en contrôlant la variation instantanée du flux thermique résultant de l'énergie thermique absorbée par la fusion de la matière synthétique thermoplastique, et
- l'on pilote un dispositif de refroidissement de la matière synthétique thermoplastique en contrôlant la variation instantanée du flux thermique résultant de l'énergie thermique restituée par de la matière synthétique thermoplastique lors de sa cristallisation.

De façon avantageuse, l'on procède à la stabilisation de ladite première électrode thermique et l'on pilote l'écart de température entre les deux électrodes en contrôlant les flux de chaleur au moyen d'au moins un capteur de flux de chaleur associé auxdites électrodes thermiques.

De préférence, l'on pilote la pression exercée par au moins une électrode thermique sur la matière synthétique thermoplastique au moyen d'un vérin associé à cette électrode et l'on pilote le refroidissement de la matière synthétique thermoplastique en réfrigérant au moins une des électrodes thermiques.

Le dispositif tel que défini en préambule, pour la mise en œuvre de ce procédé est caractérisé en ce qu'il comporte :

- des moyens agencés pour procéder à la stabilisation d'au moins ladite première électrode thermique en contrôlant la variation du flux de chaleur émis par cette électrode,
- des moyens agencés pour piloter un écart de température entre les deux électrodes en contrôlant le flux de chaleur s'écoulant entre ladite première et ladite deuxième électrode, ce flux de chaleur résultant du déséquilibre de température existant entre les deux électrodes et de la variation de la résistance thermique correspondant à l'état physique de la matière synthétique thermoplastique,

- des moyens agencés pour piloter la pression exercée par au moins une des électrodes sur la matière synthétique thermoplastique en contrôlant la variation instantanée du flux de chaleur résultant de l'énergie thermique absorbée par la fusion de la matière synthétique thermoplastique, et
- des moyens agencés pour piloter un dispositif de refroidissement de la matière synthétique thermoplastique en contrôlant la variation instantanée du flux de chaleur résultant de l'énergie thermique restituée par la matière synthétique thermoplastique lors de sa cristallisation.

Dans une forme de réalisation préférée, lesdits moyens agencés pour procéder à la stabilisation d'au moins ladite première électrode thermique en contrôlant la variation du flux de chaleur émis par cette électrode comportent un capteur de flux de chaleur et un régulateur thermofluxmétrique associés à cette électrode thermique.

Dans cette même forme de réalisation, lesdits moyens agencés pour piloter un écart de température entre les deux électrodes en contrôlant le flux de chaleur s'écoulant entre ladite première et ladite deuxième électrode, ce flux de chaleur résultant du déséquilibre de température existant entre les deux électrodes et de la variation de la résistance thermique correspondant à l'état physique de la matière synthétique thermoplastique, comprennent au moins un capteur de flux de chaleur associé à chacune des électrodes thermiques et un régulateur thermofluxmétrique connecté à ces capteurs et à ces électrodes.

De façon avantageuse, lesdits moyens agencés pour piloter la pression exercée par au moins une des électrodes sur la matière synthétique thermoplastique en contrôlant la variation instantanée du flux de chaleur résultant de l'énergie thermique absorbée par la fusion de la matière synthétique thermoplastique, comprennent un vérin associé à ladite électrode thermique.

De préférence, lesdits moyens agencés pour piloter un dispositif de refroidissement de la matière synthétique thermoplastique en contrôlant la variation instantanée du flux de chaleur résultant de l'énergie thermique restituée par la matière synthétique thermoplastique lors de sa cristallisation comprennent au moins un canal de réfrigération ménagé à l'intérieur d'au moins une des électrodes thermiques.

Dans une mode de réalisation avantageux, l'une au moins des électrodes thermiques comporte une barre de chauffage.

Selon une variante, l'une au moins des électrodes thermiques peut comporter une capacité thermique.

De préférence, l'une au moins des électrodes thermiques est montée sur un bloc élastique et est encastrée dans ledit bloc élastique qui est monté sur un support du dispositif de thermoscellage.

De façon avantageuse, ladite électrode thermique peut comporter un élément résistif intégré.

Ce dispositif n'est pas uniquement destiné au contrôle et au pilotage du soudage des emballages alimentaires mais à tout processus de soudage de films thermoplastiques pour lequel on recherche une qualité améliorée de la soudure. Les applications sont larges et peuvent être étendues notamment au médical (poches de perfusion), aux contenants et opercules injectés épais par exemple. Il est aussi possible avec ce dispositif de contrôler la force de délaminage et de pelage de la soudure.

#### **Description sommaire des dessins**

La présente invention et ses avantages apparaîtront mieux dans la description ci-dessous de différents modes de mise en œuvre du procédé et différentes

formes de réalisation du dispositif selon l'invention, en référence aux dessins annexés, dans lesquels:

la figure 1 représente une vue schématique d'un dispositif de thermoscellage,

les figures 1A et 1B représentent des vues en perspectives de deux formes de réalisations d'électrodes thermiques utilisables avec le dispositif de thermoscellage de la figure 1,

la figure 2 est une vue en coupe d'un exemple de films de matière synthétique thermoplastique constituant des matériaux multicouches thermoscellables,

la figure 2A est une vue en coupe d'un emballage comportant un conteneur thermoformé et un opercule thermoscellé,

la figure 3 est une vue en élévation d'une première forme de réalisation d'une électrode thermique utilisable avec le dispositif de la figure 1,

la figure 3A est une vue en coupe de ladite première forme de réalisation d'une électrode thermique représentée par la figure 3,

la figure 4 est une vue en élévation d'une deuxième forme de réalisation d'une électrode thermique utilisable avec le dispositif de la figure 1,

la figure 4A est une vue en coupe de ladite deuxième forme de réalisation d'une électrode thermique représentée par la figure 4,

la figure 5 est une vue en élévation d'une troisième forme de réalisation d'une électrode thermique utilisable avec le dispositif de la figure 1,

la figure 5A est une vue en coupe de ladite troisième forme de réalisation d'une électrode thermique représentée par la figure 5,

la figure 6 est une vue en élévation d'une quatrième forme de réalisation d'une électrode thermique utilisable avec le dispositif de la figure 1,

la figure 7 est une vue illustrant la zone soudante de deux matériaux thermoscellables,

la figure 8 est une vue illustrant le principe du thermoscellage de deux matériaux thermoscellables ayant la même température,

la figure 8A est une vue illustrant le principe du thermoscellage de deux matériaux thermoscellables ayant des températures différentes,

la figure 9 représente le dispositif de thermoscellage équipé de ses moyens de contrôle et de pilotage des flux de chaleur,

la figures 10 représente des vues des profils des électrodes thermiques dans les zones soudantes,

les figures 11 à 13 représentent différentes formes de soudures pouvant être obtenues, et

la figure 14 représente une application particulière du dispositif de thermoscellage selon l'invention.

#### **Manière(s) de réaliser l'invention**

En référence à la figure 1, le dispositif de thermoscellage représenté 10 comporte par exemple deux électrodes thermiques 11 et 12. Une seule électrode thermique peut également convenir pour certaines applications. Ces électrodes sont généralement réalisées en un matériau à forte conductibilité thermique tel que par exemple l'aluminium ou le cuivre. L'électrode 11 est portée par un support 13 qui est monté sur un vérin 14 pneumatique ou



électrique asservi en pression. L'électrode 12 est fixée rigidement sur un support 15 solidaire d'un bâti de machine (non représenté). Le support 15 pourrait également être monté sur un vérin pour certaines applications spécifiques.

La figure 1A représente une première forme de réalisation des électrodes thermiques 11 et 12. Elles comportent un barreau métallique 11a et 12a contenant chacun au moins un élément résistif intégré tel qu'un fil chauffant 11b, respectivement 12b, ou un crayon chauffant ou similaire.

La figure 1B représente une deuxième forme de réalisation des électrodes thermiques 11 et 12. Elles se présentent sous la forme de couteaux 11c et 12c ayant une fente longitudinale 11d, respectivement 12d revêtue d'un film résistif chauffant 11e, respectivement 12e.

Les électrodes thermiques 11 et 12 sont régulées en température à partir de données fournies par des sondes de mesure en fonction de l'énergie thermique requise pour effectuer le thermoscellage.

Comme le montre la figure 2, les films 20 et 21 à souder sont par exemple du type multicouche et peuvent comporter par exemple une première couche barrière 20a, respectivement 21a extérieure, une première couche d'impression 20b, respectivement 21b, une deuxième couche d'impression 20c, respectivement 21c, une deuxième couche barrière 20d, respectivement 21d intérieure et une couche soudante 20e, respectivement 21e. La couche soudante possède une température de fusion  $T_F$  inférieure à celle des autres couches et notamment des couches barrières. Les deux couches soudantes 20e et 21e en contact se soudent lorsqu'elles entrent en fusion et assurent la cohésion de l'ensemble.

La figure 2A illustre un emballage comprenant une barquette 22 réalisée à partir d'un matériau thermoformé ou injecté et un film barrière 23 servant

d'opercule. Ce film barrière pourrait également être remplacé par un couvercle injecté. La soudure peut être effectuée avec une seule électrode appliquée sur l'opercule, en préchauffant préalablement la zone à souder de la barquette 22 avec de l'air chaud ou par un rayonnement infrarouge.

Les figures 3 et 3A représentent respectivement une vue en élévation et une vue en coupe d'une forme de réalisation d'une électrode thermique dite électrode soudante 11 du dispositif 10. Elle est essentiellement constituée d'un profilé métallique 30 ayant par exemple quelques millimètres de largeur et une longueur variable. Elle est réalisée en un matériau électriquement résistif, par exemple en ferronickel recouvert ou non d'un film en Téflon<sup>®</sup>. Aux extrémités du profilé 30 sont disposées des bornes de connexion électriques 31. Un capteur de flux de chaleur 32 est fixé mécaniquement par sa face inférieure sur la partie supérieure du profilé 30. Le capteur de flux de chaleur 32 possède deux connexions électriques 33. La face supérieure du capteur de flux de chaleur 32 est fixée à la face inférieure d'une capacité thermique 34, réalisée en un matériau à forte conductivité et diffusivité thermique. Un thermocouple 35 est monté dans une cavité ménagée dans le profilé métallique 30.

La figure 3A montre plus particulièrement le montage de l'ensemble sur un support lié au dispositif de thermoscellage. La capacité thermique 34 est encastrée dans un bloc élastique 36 réalisé en un matériau isolant électrique et thermique, par exemple en caoutchouc silicone, ce bloc étant logé dans un dégagement d'un support 37 solidaire du dispositif de thermoscellage. Cet assemblage élastique possède la particularité de remédier aux défauts de planéité que peuvent présenter les électrodes thermiques.

Les figures 4 et 4A représentent une autre forme de réalisation d'une électrode thermique, dite électrode soudante 11, du dispositif 10. Cette électrode soudante est constituée d'un profilé métallique 40 en matériau thermiquement conducteur et à forte diffusivité soudé sur une barre de

chauffage 41 faite en un matériau électriquement résistif. Cette barre de chauffage 41 est équipée de bornes de connexion électriques 42. Le profilé métallique 40 présente un évidement central 43 agencé pour loger un capteur de flux de chaleur 44 fixé par sa partie inférieure à la face supérieure du profilé métallique 40 et par sa face supérieure à une capacité thermique 45 réalisée avec le même matériau que le profilé métallique 40 qui constitue l'électrode thermique dite électrode soudante. La capacité thermique 45 est soudée sous la barre de chauffage électrique 41. Le capteur de flux de chaleur 44 possède deux connexions électriques 46. Un thermocouple 47 est monté à l'intérieur de l'électrode soudante.

La figure 4A représente une vue en coupe de cette électrode thermique. Comme pour la réalisation selon les figures 3 et 3A, l'ensemble constitué du profilé métallique 40, de la barre de chauffage 41, de la capacité thermique 45 et du capteur de flux de chaleur 44 est encastré dans un bloc élastique 48. Ce bloc élastique 48 est lui-même encastré dans un élément de support 49 du dispositif de thermoscellage. Cet assemblage élastique possède la particularité de remédier aux défauts de planéité lors du thermoscellage.

Les figures 5 et 5A représentent une autre forme de réalisation de cette électrode thermique, dite électrode soudante, qui est constituée d'un profilé métallique 50 en un matériau thermiquement conducteur et à forte diffusivité. Ce profilé 50 est soudé sur une barre de chauffage 51 réalisée au moyen d'un matériau électriquement résistif. A ses extrémités la barre de chauffage 51 est équipée des bornes de connexion électriques 52. Le profilé métallique 50 est pourvu d'un alésage 53 agencé pour recevoir un capteur de flux de chaleur 54. Un alésage traversant fileté 55 est ménagé dans la barre de chauffage 51, coaxialement à l'alésage 53, pour recevoir la tête 56 du capteur de flux de chaleur 54. Un thermocouple 57 est fixé dans un logement approprié de l'électrode soudante constituée du profilé métallique 50.

La figure 5A illustre le mode de montage de cette électrode thermique. On notera que la barre de chauffage 51 et le profilé métallique sont encastrés dans un bloc élastique 58 lui-même encastré dans un élément de support 59 du dispositif de thermoscellage. Cet assemblage élastique possède la particularité de compenser les défauts de planéité des éléments qui interviennent directement dans le thermoscellage, à savoir l'électrode ou les électrodes soudantes et/ou la pièce d'appui opposée, le cas échéant, à cette électrode soudante.

La figure 6 illustre une autre forme de réalisation de l'électrode thermique dite électrode soudante. Elle est constituée d'un profilé métallique 70 comportant un canal intérieur 71 dans lequel circule sur commande un fluide de refroidissement. Le but de la présence de ce canal pouvant être parcouru par un liquide de refroidissement est de contrôler la température et plus particulièrement l'énergie thermique transmise à la matière à thermosouder et ainsi de maîtriser le taux de cristallisation de cette matière dans la zone soudante lors de son refroidissement. Cette maîtrise est particulièrement importante pour les soudures de grandes dimensions. Le profilé métallique 70 est associé à une capacité thermique 72. Un capteur de flux de chaleur 73 est monté entre le profilé métallique 70 et la capacité thermique 72.

Le fonctionnement des électrodes de thermoscellage est basé sur le principe suivant: lorsque l'on soude à chaud deux matériaux thermoplastiques, on applique un gradient de pression  $\Delta P$  de manière à créer un contact intime entre ces matériaux. Le contact intime ainsi créé est nécessaire au passage des quantités de chaleur  $\Delta Q$  qui sont transmises par les électrodes soudantes, soit des zones chaudes ayant une température  $T_1$  vers le matériau thermoplastique compressé qui constitue la zone froide ayant une température  $T_2$  inférieure à  $T_1$ . Les quantités de chaleur se stockent dans le matériau thermoplastique et provoquent son élévation de température. La température s'élève jusqu'à ce qu'elle atteigne la température de fusion  $T_F$  des matériaux de thermoscellage.

Dès cet instant, se produisent plusieurs phénomènes. Le premier est recherché, c'est l'auto-adhésion qui est très rapide, de l'ordre de quelques millisecondes, et qui assure la liaison moléculaire entre les deux matériaux dans la zone soudante.

Le deuxième est néfaste, c'est le fluage qui, du fait du changement brutal de viscoélasticité dans la zone soudante sous pression, tend à réduire l'épaisseur de cette même zone en la fragilisant mécaniquement.

Le troisième est le formage de la soudure qui commence avec le refroidissement des matériaux dans la zone soudante. A ce stade, on sait que, si le refroidissement peut être contrôlé, le taux de cristallinité ( $X_C\%$ ) peut aussi être contrôlable en fonction de la pente de la courbe de refroidissement. Du taux de cristallinité des matériaux dépend la recristallisation et les phénomènes de retrait pouvant conduire à la formation de craquelures et à l'apparition de défauts d'intégrité microbiologique graves de l'emballage thermoscellé, lors de contraintes mécaniques ultérieures auxquelles cet emballage peut être soumis.

La problématique du thermoscellage consiste à piloter ces différents phénomènes. A cet effet, l'invention propose d'effectuer un contrôle en temps réel des échanges de quantités de chaleur en écoulement variable. Selon l'art antérieur, on contrôle les températures, c'est-à-dire les états finaux, ce qui rend difficile, voire impossible, un pilotage en temps réel.

Comme le montre la figure 7, en régime variable, la chaleur s'accumule pendant un temps  $dt$  dans une zone soudante  $dx$  à des températures variant dans le temps. Quand la zone soudante  $dx$  atteint la température de fusion  $T_F$  du matériau, la zone soudante  $dx$  est le siège d'une absorption énergétique -  $P_i$ .

Quand la zone soudante dx refroidit et atteint la température de cristallisation  $T_c$ , elle devient le siège d'une restitution d'énergie +  $P_i$ . Ce régime variable est détectable avec un capteur de flux de chaleur correctement positionné sur l'électrode thermique.

La figure 8 présente le schéma symbolique d'un dispositif de thermoscellage. Au temps  $t + \varepsilon$  la capacité thermique  $C_p$  équivalente des matériaux thermoscellables se charge à partir des électrodes soudantes 11 et 12 d'où s'écoulent des quantités de chaleur  $\Delta Q$  du point le plus chaud, en l'occurrence les électrodes 11 et 12, vers le point le plus froid, la zone soudante dx. Les flux de chaleur  $\Phi_1$  et  $\Phi_2$  migrent des électrodes thermiques 11 et 12 vers la zone soudante dx à travers des résistances thermiques  $R_{th}$ . Un capteur de flux de chaleur 32 permet d'effectuer la mesure de la variation du flux thermique. Les flux de chaleur sont égaux lorsque la température des électrodes 11 et 12 est identique soit  $T_1 = T_2$  puis s'annulent lorsque les matériaux sont chargés.

Dans l'exemple de la figure 8A, les électrodes thermiques 11 et 12 ne sont plus à la même température. Par exemple  $T_1 > T_2$ . Les flux de charge sont différents  $\Phi_1$  est supérieur à  $\Phi_2$ . Lorsque les matériaux sont chargés, l'écoulement de flux thermique n'est plus nul. Il s'établit un écoulement de quantités de chaleur  $\Phi_3$  entre l'électrode 11 la plus chaude ayant la température  $T_1$  vers l'électrode 12 la plus froide ayant la température  $T_2$  à travers la zone soudante dx. Le niveau de flux  $\Phi_3$  est une fonction de l'écart de température des électrodes  $\Delta T = T_1 - T_2$ .

Un capteur de flux de chaleur 32 correctement positionné sur l'électrode 12 voit passer, au début de la charge des matériaux, un flux  $\Phi_2$  puis, lorsque celui-ci est chargé, un flux inverse  $\Phi_3$ .

En fixant la température de l'une des électrodes thermiques à une valeur supérieure à la température de fusion  $T_F$  de la zone soudante  $\underline{dx}$  et celle de l'autre électrode thermique à une valeur inférieure, le flux de chaleur résultant détecté par le capteur de flux de chaleur varie constamment en fonction de faibles écarts de température, ce qui a pour conséquence, en fonction de l'usage recherché, de modifier la valeur soit de la force de délaminage, soit de la force de pelage, avec le risque de fragiliser la tenue mécanique de la soudure. On peut y remédier et stabiliser les forces de délaminage et de pelage en fonction des variations des caractéristiques des matériaux et de leur environnement, d'une part, en régulant la température de l'une des électrodes par un régulateur de flux de chaleur à partir des données délivrées par le capteur de flux de chaleur qui lui est associé et à ne délivrer par cette électrode que les quantités de chaleur nécessaires et suffisantes et, d'autre part, en régulant la température de l'autre électrode thermique par un régulateur de flux de chaleur à partir des données délivrées par le capteur de flux de chaleur qui lui est associé et à ne délivrer par cette électrode que les quantités de chaleur nécessaires et suffisantes.

Il est ainsi possible, pour réaliser un opercule contrôlé d'un emballage, de piloter la tenue de la soudure en contrôlant soit la force de délaminage soit la force de pelage, au moyen du régulateur de flux de chaleur contrôlant les électrodes thermiques.

La figure 9 illustre schématiquement les moyens permettant d'effectuer le pilotage d'une électrode thermique 80 associée à une barre de chauffage 81, en fonction des données communiquées par le capteur de flux de chaleur 82. Les bornes de connexions 84 de la barre de chauffage 81 sont reliées aux sorties 85 d'un régulateur thermofluxmétrique 86, le capteur de flux de chaleur 82 est relié aux entrées 87 du régulateur thermofluxmétrique 86 par l'intermédiaire de ses connexions 89, et le thermocouple 90 est relié à l'entrée 91 du régulateur thermofluxmétrique 86.

On remédie au fluage de la zone soudante par la détection de la fusion de cette zone par le capteur de flux de chaleur 82 qui délivre une information traitée par le régulateur thermofluxmétrique 86 qui génère sur une sortie opto-couplée 92 un signal qui passe de 0 à 1. Ce signal permet de réduire le gradient de pression  $\Delta P$  du vérin 14 (voir figure 1) sur la zone soudante. Une sortie opto-couplée 93 du régulateur thermofluxmétrique 86 passe dans le même temps de 0 à 1. Ce signal commande l'injection dans le canal 71 (voir figure 6) de l'électrode thermique d'un fluide de refroidissement pendant le formage de la soudure.

La figure 10 illustre une série d'électrodes thermiques 100 ayant des profils distincts et dont la face soudante 101 peut présenter diverses configurations possibles en fonction des applications choisies.

Les figures 11 à 13 illustrent différents types de zones de soudure obtenues avec différentes électrodes. La figure 11 représente une zone de soudure par points espacés, la figure 12 représente une zone de soudure gaufrée, et la figure 13 représente une zone de soudure multilignes.

Dans certains cas, il est impossible d'utiliser deux électrodes thermiques juxtaposées, notamment lors du soudage de pièces épaisses, par exemple un contenant 110 et un opercule 111 représentés en coupe par la figure 14. Dans ce cas, on recourt à un chauffage préalable de la zone soudante, soit par un chauffage par rayonnement infrarouge, soit par convection par chauffage à l'air chaud.

Les problèmes sont identiques à ceux décrits précédemment. On procède à une régulation de la température de surface de la zone soudante à l'aide d'un capteur de flux de chaleur 112 du type radiatif et d'un régulateur thermofluxmétrique tel que décrit ci-dessus.



## REVENDEICATIONS

1. Procédé de thermoscellage d'au moins un film de matière synthétique thermoplastique sur un contenant réalisé en au moins une matière synthétique thermoplastique, notamment un contenant pour le conditionnement de produits sensibles à une contamination microbiologique, notamment de produits biologiques ou de denrées alimentaires périssables d'origine agroalimentaire, au moyen d'au moins une première et une deuxième électrode thermique, caractérisé en ce que:
  - l'on procède à la stabilisation d'au moins ladite première électrode thermique en contrôlant la variation du flux de chaleur émis par cette électrode,
  - l'on pilote un écart de température entre les deux électrodes en contrôlant le flux de chaleur s'écoulant entre ladite première et ladite deuxième électrode, ce flux de chaleur résultant du déséquilibre de température existant entre les deux électrodes et de la variation de la résistance thermique correspondant à l'état physique de la matière synthétique thermoplastique,
  - l'on pilote la pression exercée par au moins une des électrodes sur la matière synthétique thermoplastique en contrôlant la variation instantanée du flux de chaleur résultant de l'énergie thermique absorbée par la fusion de la matière synthétique thermoplastique, et
  - l'on pilote un dispositif de refroidissement de la matière synthétique thermoplastique en contrôlant la variation instantanée du flux de chaleur résultant de l'énergie thermique restituée par la matière synthétique thermoplastique lors de sa cristallisation.
2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'on procède à la stabilisation de ladite première électrode thermique et en ce que l'on pilote l'écart de température entre les deux électrodes en contrôlant les flux de chaleur au moyen d'au moins un capteur de flux de chaleur associé auxdites électrodes thermiques.

3. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'on pilote la pression exercée par au moins une électrode thermique sur la matière synthétique thermoplastique au moyen d'un vérin associé à cette électrode.
4. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'on pilote le refroidissement de la matière synthétique thermoplastique en réfrigérant au moins une des électrodes thermiques.
5. Dispositif de thermoscellage d'au moins un film de matière synthétique thermoplastique sur un contenant réalisé en au moins une matière synthétique thermoplastique, notamment un contenant pour le conditionnement de produits sensibles à une contamination microbiologique, notamment de produits biologiques ou de denrées alimentaires périssables d'origine agroalimentaire, au moyen d'au moins une première et une deuxième électrode thermique (11, 12), pour la mise en œuvre du procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que ledit dispositif comporte :
  - des moyens agencés pour procéder à la stabilisation d'au moins ladite première électrode thermique (11) en contrôlant la variation du flux de chaleur émis par cette électrode,
  - des moyens agencés pour piloter un écart de température entre les deux électrodes (11, 12) en contrôlant le flux de chaleur s'écoulant entre ladite première et ladite deuxième électrode, ce flux de chaleur résultant du déséquilibre de température existant entre les deux électrodes et de la variation de la résistance thermique correspondant à l'état physique de la matière synthétique thermoplastique,
  - des moyens agencés pour piloter la pression exercée par au moins une des électrodes sur la matière synthétique thermoplastique en contrôlant la variation instantanée du flux de chaleur résultant de

l'énergie thermique absorbée par la fusion de la matière synthétique thermoplastique, et

- des moyens agencés pour piloter un dispositif de refroidissement de la matière synthétique thermoplastique en contrôlant la variation instantanée du flux de chaleur résultant de l'énergie thermique restituée par la matière synthétique thermoplastique lors de sa cristallisation.
6. Dispositif selon la revendication 5, caractérisé en ce que lesdits moyens agencés pour procéder à la stabilisation d'au moins ladite première électrode thermique (80) en contrôlant la variation du flux de chaleur émis par cette électrode comportent un capteur de flux de chaleur (82) et un régulateur thermofluxmétrique (86) associés à cette électrode thermique.
7. Dispositif selon la revendication 5, caractérisé en ce que lesdits moyens agencés pour piloter un écart de température entre les deux électrodes en contrôlant le flux de chaleur s'écoulant entre ladite première et ladite deuxième électrode, ce flux de chaleur résultant du déséquilibre de température existant entre les deux électrodes et de la variation de la résistance thermique correspondant à l'état physique de la matière synthétique thermoplastique comprennent au moins un capteur de flux de chaleur associé à chacune des électrodes thermiques et un régulateur thermofluxmétrique connecté à ces capteurs et à ces électrodes.
8. Dispositif selon la revendication 5, caractérisé en ce que lesdits moyens agencés pour piloter la pression exercée par au moins une des électrodes sur la matière synthétique thermoplastique en contrôlant la variation instantanée du flux de chaleur résultant de l'énergie thermique absorbée par la fusion de la matière synthétique thermoplastique, comprennent un vérin (14) associé à ladite électrode thermique (11).

9. Dispositif selon la revendication 5, caractérisé en ce que lesdits moyens agencés pour piloter un dispositif de refroidissement de la matière synthétique thermoplastique en contrôlant la variation instantanée du flux de chaleur résultant de l'énergie thermique restituée par la matière synthétique thermoplastique lors de sa cristallisation comprennent au moins un canal de réfrigération (71) ménagé à l'intérieur d'au moins une des électrodes thermiques (70).
10. Dispositif selon la revendication 5, caractérisé en ce que l'une au moins des électrodes thermiques comporte une barre de chauffage (41; 51; 81)
11. Dispositif selon la revendication 5, caractérisé en ce que l'une au moins des électrodes thermiques comporte une capacité thermique (34; 45; 72).
12. Dispositif selon la revendication 5, caractérisé en ce que l'une au moins des électrodes thermiques est montée sur un bloc élastique (36; 48; 58).
13. Dispositif selon la revendication 12, caractérisé en ce que ladite électrode thermique est encastrée dans ledit bloc élastique qui est monté sur un support (37; 49; 59) du dispositif de thermoscellage.
14. Dispositif selon la revendication 5, caractérisé en ce que ladite électrode thermique (11; 12) comporte un élément résistif intégré (11b, 11e; 12b; 12e).

1 / 4

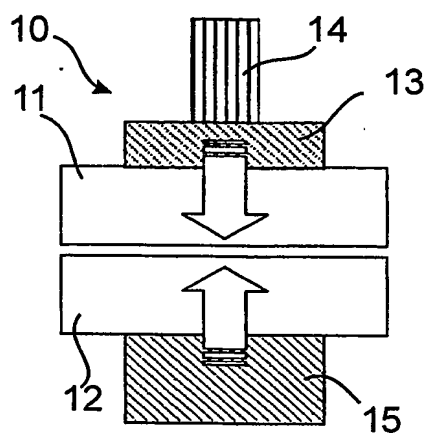


FIG. 1

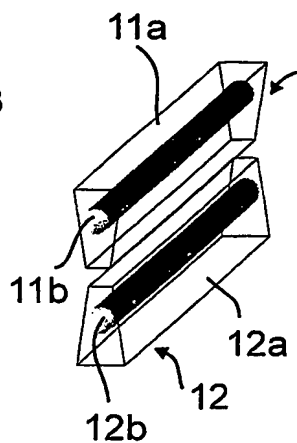


FIG. 1A

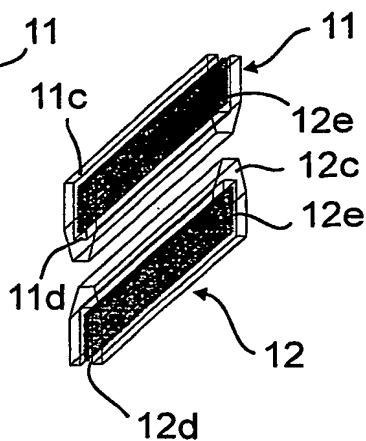


FIG. 1B

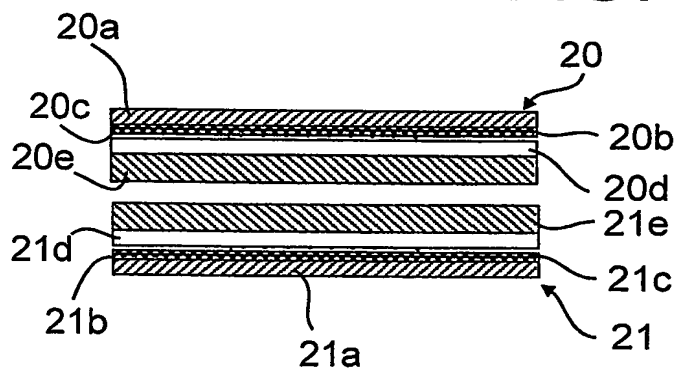


FIG. 2

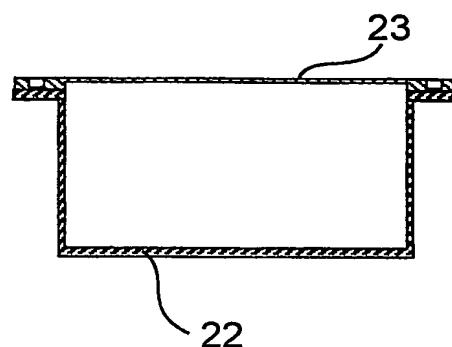


FIG. 2A

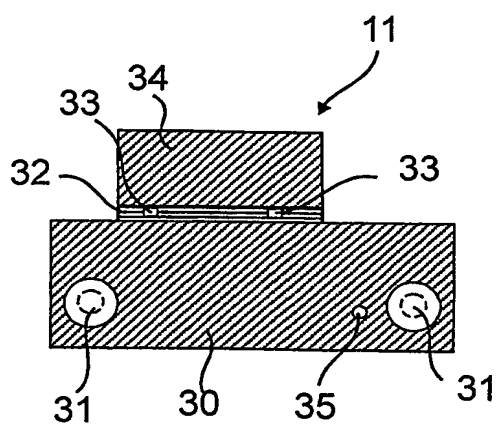


FIG. 3

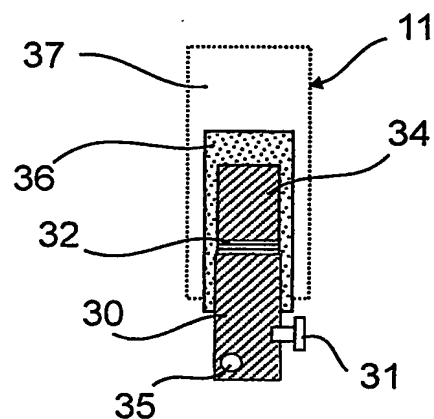


FIG. 3A

2 / 4

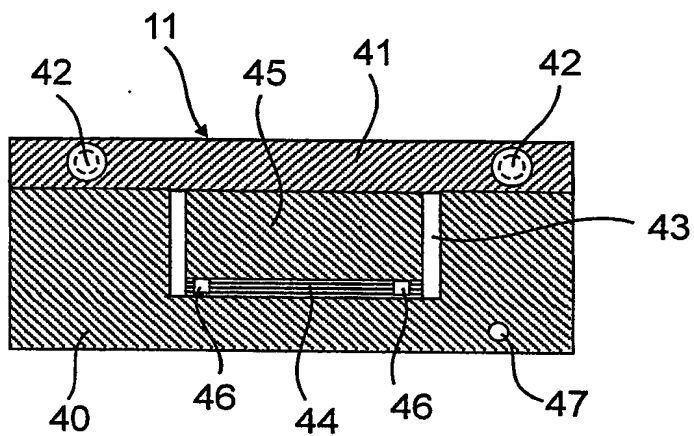


FIG. 4

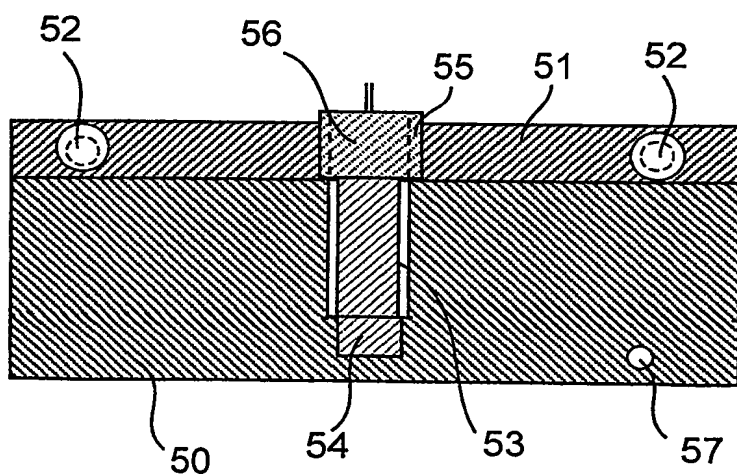


FIG. 5

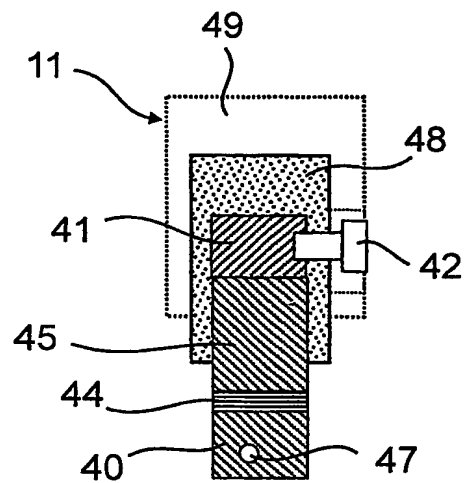


FIG. 4A

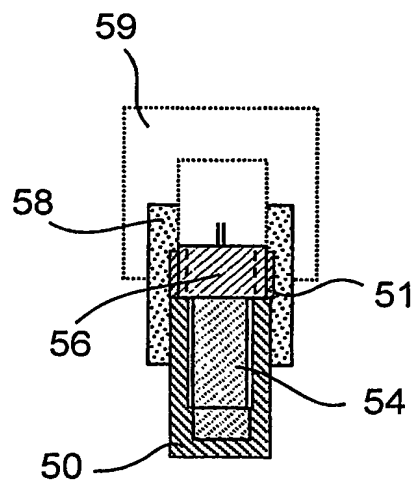


FIG. 5A

3 / 4

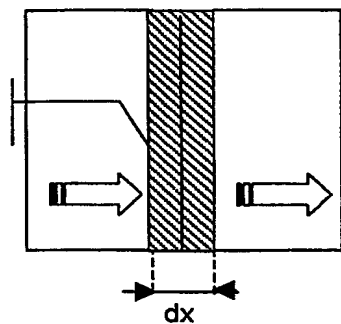


FIG. 7

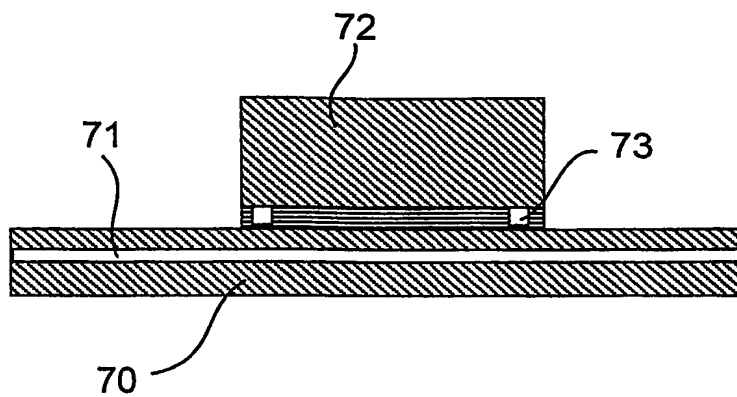


FIG. 6

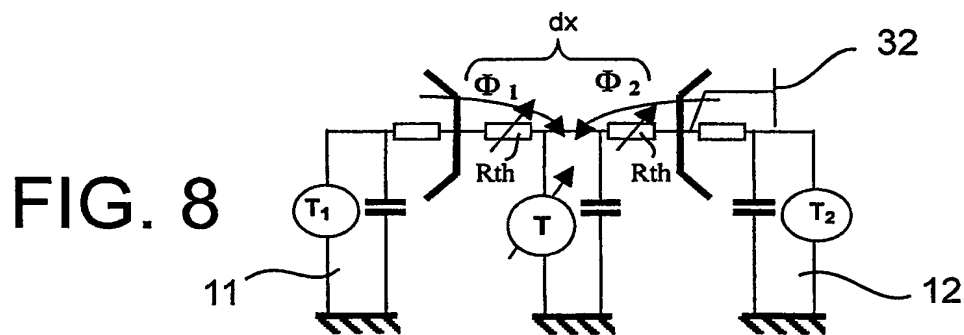


FIG. 8

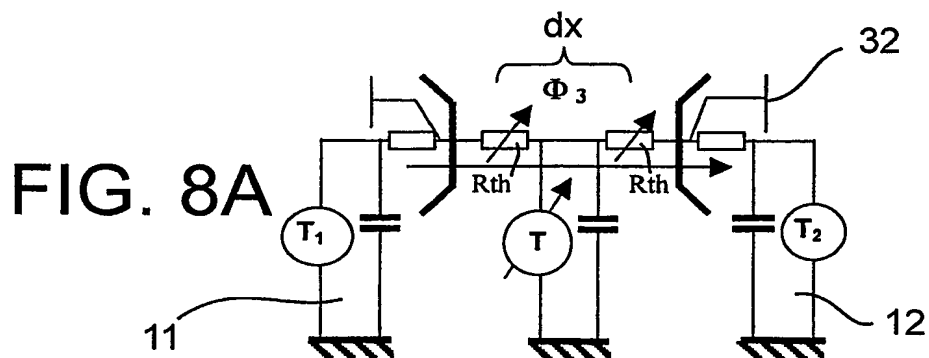


FIG. 8A

4 / 4

FIG. 9

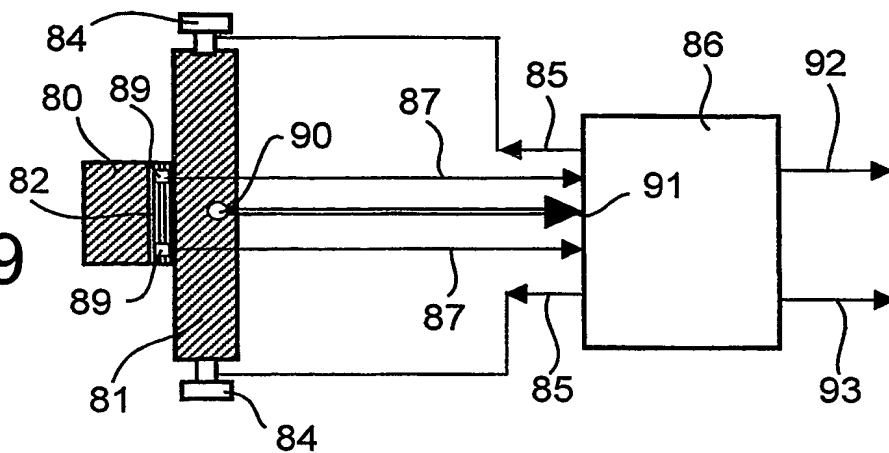


FIG. 10

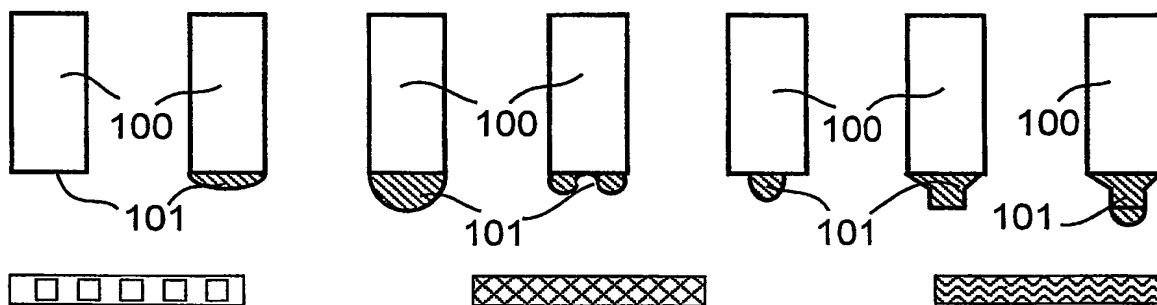


FIG. 11

FIG. 12

FIG. 13

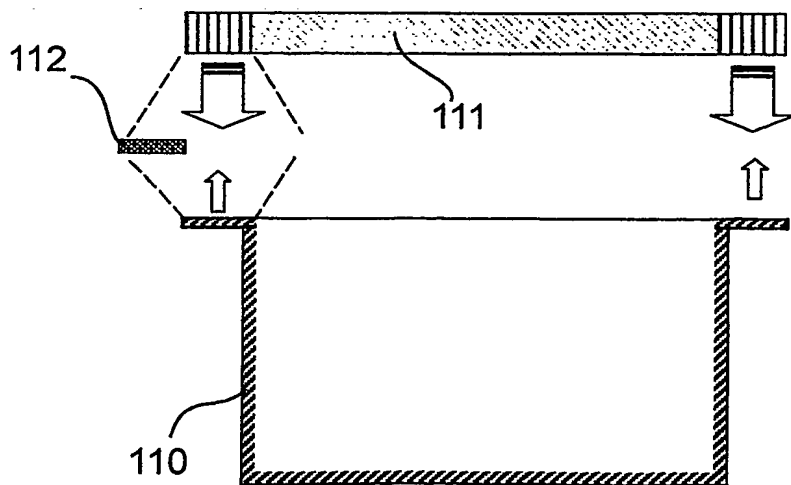


FIG. 14



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/CH2004/000600

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 B29C65/30 B65B51/10 H05B3/02

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 B29C B65B G01K

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 00/08431 A (PADOY JEAN CLAUDE ; STATIC INPUT SYSTEM S A (CH)) 17 February 2000 (2000-02-17) the whole document -----	1-14

☐

Further documents are listed in the continuation of box C.

☒

Patent family members are listed in annex.

### \* Special categories of cited documents :

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the international filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- \*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- \*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- \*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- \*G\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

23 March 2005

Date of mailing of the international search report

07/04/2005

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Dupuis, J-L

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/CH2004/000600

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 0008431	A	17-02-2000	AT 232973 T 15-03-2003
		WO 0008431 A1	17-02-2000
		DE 69905472 D1	27-03-2003
		DE 69905472 T2	08-01-2004
		EP 1101086 A1	23-05-2001
		ES 2193725 T3	01-11-2003
-----			

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale No

PCT/CH2004/000600

<b>A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE</b> CIB 7    B29C65/30    B65B51/10    H05B3/02		
Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB		
<b>B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE</b> Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement) CIB 7    B29C    B65B    G01K		
Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche		
Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si réalisable, termes de recherche utilisés) EPO-Internal		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS</b>		
Catégorie *	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	WO 00/08431 A (PADOY JEAN CLAUDE ; STATIC INPUT SYSTEM S A (CH)) 17 février 2000 (2000-02-17) le document en entier -----	1-14
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div> <input type="checkbox"/> Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents         </div> <div> <input checked="" type="checkbox"/> Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe         </div> </div>		
<div style="display: flex;"> <div style="flex: 1;"> <p>* Catégories spéciales de documents cités:</p> <p>*A* document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent</p> <p>*E* document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date</p> <p>*L* document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)</p> <p>*O* document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens</p> <p>*P* document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée</p> </div> <div style="flex: 1;"> <p>*T* document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention</p> <p>*X* document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément</p> <p>*Y* document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier</p> <p>*&amp;* document qui fait partie de la même famille de brevets</p> </div> </div>		
Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée <div style="text-align: center; font-weight: bold;">23 mars 2005</div>		Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale <div style="text-align: center; font-weight: bold;">07/04/2005</div>
Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016		Fonctionnaire autorisé <div style="text-align: center; font-weight: bold; font-size: 1.2em;">Dupuis, J-L</div>

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Dem. Internationale No  
PCT/CH2004/000600

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
WO 0008431 A	17-02-2000	AT 232973 T	15-03-2003
		WO 0008431 A1	17-02-2000
		DE 69905472 D1	27-03-2003
		DE 69905472 T2	08-01-2004
		EP 1101086 A1	23-05-2001
		ES 2193725 T3	01-11-2003
<hr/>			

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

☐ BLACK BORDERS

☒ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES

☐ FADED TEXT OR DRAWING

☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING

☐ SKEWED/SLANTED IMAGES

☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS

☐ GRAY SCALE DOCUMENTS

☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT

☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY

☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**